ارزیابی صدای محیطی و مواجهه‌ی فردی در یک مجتمع پتروشیمی

پروین نصیری[۱]، محمد رضا منظم[۲]، سمیه فرهنگ دهقان[۳]، مهدی جهانگیری[۴]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۶/۰۱ تاریخ ویرایش: ۹۱/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۱/۲۷

چکیده

زمینه و هدف: صدا خطر شغلی معمول در گستره وسیعی از محیطهای کاری بخصوص صنایع نفت و گاز و شرکت‌های مرتبط محسوب می شود. لذا این مطالعه با هدف ارزیابی صدای محیطی و مواجهه‌ی فردی پرسنل یک مجتمع پتروشیمی صورت گرفت.

روش بررسی: در فاز اول این مطالعه، صداسنجی محیطی طبق متد استاندارد ISO9612 انجام و در فاز بعدی آن دزیمتری کوتاه مدت بمدت دو ساعت بهنگام حضور افراد در سایت صورت گرفت. سپس مقدار حاصله به دز ۴ ساعت تبدیل و در نهایت از عدد حاصله بهمراه تراز معادل اندازه گیری شده در اتاق استراحت استفاده گردید تا تراز معادل ۸ ساعته تعیین شود.

یافته ها: نتایج نشان داد که در کل مجتمع حدود ۸.۸٪ از مجموع ایستگاه‌های اندازه گیری در محدوده خطر و بیش از ۷۴٪ از آنها در محدوه احتیاط قرار داشت. با مقایسه نتایج مشخص گردید که واحد هوا ازمجموع سه واحد آب، هوا و نیروگاه با میانگین تراز فشار صوت ۸۸.۸۹ دسی‌بل A و بخش فشرده‌سازی آن با میانگین تراز فشار صوت ۹۳.۲۸ دسی بل A در بین سایر قسمت‌های این مجتمع از تراز لحظه‌ای بالاتری برخوردار هستند. نتایج حاصل از دزیمتری اپراتورهای مجتمع نشان داد که بطور متوسط تراز معادل ۸ ساعته آنها در واحد آب، هوا و نیروگاه بترتیب ۸۱.۷، ۸۹.۲ و ۸۲.۵ دسی بل A می باشد.

نتیجه گیری: اندازه گیری های محیطی و فردی صدا نشان داد که واحد هوا یکی از حادترین شرایط را از دیدگاه آلودگی صوتی در بین واحدهای دیگر دارا می‌باشد. این مطالب موید ضرورت شناسایی منابع اصلی صدا ساز و اولویت‌بندی بخش‌های مختلف این واحد صنعتی جهت اجرای طرح های کنترل آلودگی می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: آلودگی صوتی،صدا سنجی محیطی، دزیمتری، صنعت پتروشیمی

مقدمه

صدا معمولاً به عنوان صوت ناخواسته تعریف می‌شود. مسئله‌ی صدا به هیچ وجه یک پدیده‌ی جدید نیست اما در سده‌ی اخیر با سرعت روز افزون صنعتی شدن و نیز گسترش ماشین آلات قدرتمند و با سرعت بالا به عنوان یکی از معضلات صنایع مطرح شده است [۴-۱]. صدا خطر شغلی معمول در گستره وسیعی از محیطهای کاری مانند صنایع آهن و فولاد، ذوب فلز، چوب، نساجی، هوایی، شیمیایی و بسیاری از صنایع دیگر محسوب می‌شود [۵]. مواجهه با صدا به جز کاهش شنوایی به عنوان یکی از شاخص‌ترین عارضه مواجهه با آن، پیامدهای سوء دیگری بر سلامتی انسان دارد. در محیطهای صنعتی بروز مشکلات قلبی و عروقی، غیبت‌های استعلاجی، اظهار خستگی افراد به همراه گستره وسیعی از دیگر شاخص‌های سلامت فیزیکی همگی می‌توانند به مواجهه با صدا مرتبط گردند. صدا اثرات غیر مستقیمی نیز بر سلامت پرسنل مانند تأثیر بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی (تغییر در میزان ضربان قلب، فشار خون، تولید آدرنالین و غیره) دارد. پاسخ‌های روانشناختی مرتبط با صدا نیز می توانند عوارض خاص خود را بر بهداشت روان افراد داشته باشد؛ بویژه اگر به یک محیط پر استرس، معضل صدا نیز اضافه گردد. همچنین صدا می‌تواند بر کیفیت و کمیت خواب انسان تاثیرگذار باشد [۷-۶]. صنایع پتروشیمی از جمله صنایع مادر تلقی می‌شود و توسعه اقتصادی کشور را در زمینه‌های مختلف صنعتی و

۱- استاد گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران .

۲ - دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۳- (نویسنده مسئول) دانشجوی دکتری بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.farhang@razi.tums.ac.ir

۴- استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

کشاورزی فراهم می‌آورد. نتایج مطالعات مختلفی که در صنایع نفت و گاز و شرکت‌های مرتبط صورت گرفته حاکی از آن است که گاهی تماس با صدا خارج از محدوده مجاز آن (d_{BA}۸۵) می باشد. با توجه به اینکه این صنایع حجم قابل توجهی از نیروی کار کشور را تحت پوشش دارند، اهمیت و ضرورت انجام این مطالعه تحقیقاتی بیشتر آشکار می‌گردد. تحقیقی با هدف بررسی صدا و ارتعاشات مکانیکی در منطقه عملیاتی لاوان توسط نصیری انجام شد. نقشه های صوتی بیانگر بالاتر بودن تراز فشار صدا از حدود مجاز مواجهه بود. تحلیل دز دریافتی کارکنان نیز نتایج مشابهی نشان داد [۸]. گل‌محمدی و همکارانشان به بررسی خصوصیات انتشار صدای منابع نقطه‌ای و ارائه طرح کنترل صدا برای سه منبع (کمپرسورها، پمپ ها و شیرهای کنترل) واحد کنترل شماره‌ی یک و ایزوماکس پالایشگاه تهران پرداختند که نتایج حاکی از آن بود که تراز فشار وزنی و ماکزیمم صوت حاصل از این منابع بالاتر از حدود توصیه شده است [۹]. در مطالعه دیگری که به منظور بررسی روش‌های کنترل مهندسی در مجتمع پتروشیمی اصفهان بوسیله گلشاه صورت گرفت نتایج نشان می‌داد که میانگین تراز فشار صوت در اکثر واحدهای این مجتمع صنعتی بالاتر از حد آستانه مجاز می باشد. اصولاً در صنایع نفت و پتروشیمی صدای زیادی تولید می گردد که این امر ناشی از نوع فرآیند تولیدی، وجود هوا و بخار آب در سیستم به عنوان نیروی محرکه موتورها، کمپرسورها و انجام تبادلات حرارتی می باشد، که می توان گفت عمده صدا تولیدی مربوط حرکت سیالات و لوله‌کشی-های مربوطه از یک طرف و از طرف دیگر دوران موتورها و کمپرسورها در عملیات پالایشی می‌باشد [۱۰].

شرکت پتروشیمی فجر بعنوان تامین کننده انرژی منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی تعیین شده است که وظیفه آن تولید و توزیع مداوم انرژی برای شرکت‌های تولیدی و فرآیندی در منطقه می باشد. کل مساحت این شرکت در دو سایت ۲ و ۴ منطقه ویژه اقتصادی ماهشهر نزدیک به ۷۰ هزار هکتار است که مطالعه مذکور در مجتمع ۳۰ هکتاری آن واقع در سایت ۴ صورت گرفته که از ۳ واحد مجزا شامل نیروگاه، تصفیه آب و تفکیک و فشرده سازی هوا تشکیل شده است.

روش بررسی

در این طرح پژوهشی واحدهای مختلف مجتمع پتروشیمی فجر تحت بررسی قرار گرفت. در فاز اول تحقیق پس از جمع آوری اطلاعات اولیه شامل نقشه‌ها، محل استقرار منابع صوتی و شرایط عملیاتی ماشین آلات جمع‌آوری شد و صداسنجی محیطی طبق متد استاندارد ISO9612 (1997) به منظور تعیین میزان آلودگی صوتی در واحد های مختلف این مجتمع و شناسایی منابع اصلی مولد صدا صورت پذیرفت [۱۱]. انجام این روش نیازمند استفاده از روش اندازه‌گیری شبکه‌ای منظم است. در این حالت واحد تحت بررسی با مساحت بزرگتر از ۱۰۰ متر مربع به مربعات مساوی (۱۰ متر در ۱۰ متر) تقسیم گردیده و مراکز این مربعات به عنوان نقاط اندازه گیری تعیین می‌گردد [۴-۳]. در مواردی که مربع تعیین شده روی یک دستگاه یا محلی قرار گیرد که قابل اندازه گیری نیست آن نقطه بعنوان نقطه کور از جمع نقاط اندازه گیری حذف می شود که در این طرح تحقیقاتی محل هایی چون ساختمان‌های اداری، اتاق های کنترل، کارگاه‌ها و محل‌های غیر قابل اندازه‌گیری در سایت به عنوان نقاط کور در نظرگرفته شده‌اند. از آنجایی که در این مجتمع صنعتی صدای محیط از نوع پیوسته بوده و تغییرات صدا با توجه به زمان کم است در هر نقطه حداقل سه مرتبه صدا اندازه گیری و میانگین این سه قرائت بعنوان تراز صدا در ایستگاه مورد نظر قرار گرفت. با توجه به هدف تحقیق که ارزیابی آلودگی صوتی مجتمع بود شبکه A به عنوان مقیاس مورد اندازه‌گیری تراز صدا، انتخاب گردید. جهت میکروفن مطابق توصیه استاندارد ISO9612 در موقعیت سر افراد البته بدون حضور آنها قرار گرفت. فاصله میکروفن دستگاه صدا سنج تا سطح زمین حدود ۰.۰۷۵ ±۱.۵۵ متر در نظر گرفته شد. در

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

مواردی که تراز فشار صوت نوسانات زیادی داشت جهت میکروفن بین ۱۰-۵۰ سانتی متر حرکت داده و مینیمم مدت اندازه گیری در هر ایستگاه حدود ۱۵ ثانیه در نظر گرفته شد[۱۱].

به منظور شناسایی منابع اصلی صدا ساز و نواحی خطر پس از اندازه‌گیری نتایج در غالب نقشه ناحیه‌بندی صوتی و نقشه خطوط هم‌تراز آماده گردید. بدین صورت که پس از آنکه اندازه‌گیری تراز فشار صوت در مرکز تمام ایستگاه‌ها به اتمام رسید، نتایج اندازه‌گیری روی جدول کدبندی شده مربوطه درج، و در مرحله بعد نقشه صوتی با توجه به سه محدوده از تراز فشار صوت با رنگ مربوطه ترسیم می شود. برای مناطق کمتراز ۶۵ دسی بل به رنگ سبز(منطقه ایمن)، مناطق ۶۵-۸۵ دسی بل با رنگ زرد(منطقه احتیاط) و مناطق مساوی یا بالاتر از ۸۵ دسی بل با رنگ قرمز(منطقه خطر) مشخص می‌گردند [۱۴-۱۲]. جهت رسم منحنی های ایزوسونیک از نرم افزار ARCGIS 9.1 و برای انجام محاسبات مورد نیاز در این طرح تحقیقاتی نرم افزارهای EXCEL2007 وSPSS16 مورد استفاده قرار گرفتند. لازم به ذکر است مجموع تعداد کارکنان در سه شیفت برای کل بخش‌های واحد آب و هوا و نیروگاه به ترتیب ۱۲،۱۲ و ۱۸ نفر می‌باشد. با توجه به شرایط کاری مجتمع،امکان حضور پرسنل در هر سه ناحیه سبز، زرد و قرمز یکسان است.

در فاز دوم جهت ارزیابی مواجهه فردی از دستگاه دزیمترصدا استفاده شد.دزیمتری قابل اعتمادترین روش برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه فردی است زیرا در طول شیفت کاری همراه شخص بوده و تماماً میزان مواجهه فردی را ثبت می نماید.دقت دزیمتری بدان علت است که در این روش کلیه زمان‌های مواجهه کارگر با ترازهای مختلف در طول شیفت محاسبه و با استفاده از تراز معادل دز دریافتی کارگر در یک شیفت کاری اندازه‌گیری می شود.با وجود محاسن ذکر شده برای آن دزیمتری ۸ ساعته (کل شیفت کاری) می‌تواند وقت گیر و پر هزینه باشد ازاین‌رو دو روش طولانی مدت و کوتاه مدت برای آن تعریف نموده‌اند. روش کوتاه مدت برای مواردی است که الگوی مواجهه کارگر دارای تناوب معینی باشد. در این روش برای هر بار مواجهه دزیمتری در یک دوره کوتاه زمانی (حداقل ۱۵ دقیقه) انجام و برای کل آن دوره دز دریافتی محاسبه می گردد. مطابق توصیه استاندارد ISO 9612 میکروفن دستگاه دزیمتر در فاصله ۱۰-۳۰ سانتیمتری از کانال خارجی گوش افراد روی یقه، شانه و یا کلاه حفاظتی آنها نصب شد[۱۱]. از آنجایی که اپراتور هر واحد بطور متوسط روزانه ۴ ساعت در سایت حضور دارد و بقیه ساعت کاری خود را در اتاق استراحت می گذراند دزیمتری کوتاه مدت بمدت دو ساعت به هنگام حضور افراد در سایت صورت گرفت و پس از قرائت دز دو ساعته از روی دستگاه، مقدار آن به دز ۴ ساعت (زمان واقعی مواجهه) با استفاده از معادله ۱ تبدیل و تراز معادل از روی دز ۴ ساعته (معادله ۲) محاسبه گردید[۱۳]. در نهایت از عدد حاصله به همراه تراز معادل اندازه گیری شده در اتاق استراحت استفاده گردید تا تراز معادل ۸ ساعته تعیین شود (معادله ۳).

معادله ۱:
$$\frac{T2}{T1} = \frac{D2}{D1}$$

معادله ۲:

تراز فشار صوت استاندارد + (زمان مواجهه (۱۰۰/ مقیاس زمان کار روزانه ×دز صدا)10log = تراز معادل ۴ ساعته

معادله ۳:
$$leq_{8h} = 10\log\left[\frac{1}{8}\sum_{i=1}^{n} 10^{lp_i/10} \times t_i\right]$$

T_2– مدت زمان کاری فرد (۴ ساعت)

T1– مدت زمان اندازه گیری (۲ ساعت)

D_2– دز محاسبه شده برای زمان کاری ۴ ساعته (٪)

D_1– دز اندازه گیری شده ۲ ساعته (٪)

مقیاس زمان کار روزانه: ۸ ساعت، زمان مواجهه: ۴ ساعت، تراز فشار صوت استاندارد: ۸۵ دسی بل

Lp_i– تراز معادل اندازه گیری شده در اتاق استراحت و محل

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

جدول۱: نتایج اندازه گیری صدای محیطی (dBA) در مجتمع پتروشیمی فجر

واحد	قسمت	حدود تقریبی (زیربنا مترمربع)	تعداد ایستگاه اندازه گیری	تعداد نقاط کور	میانگین لگاریتمی تراز فشار صوت	انحراف معیار	حداقل تراز فشار صوت	حداکثر تراز فشار صوت
آب	محوطه RO	۳۰۴۰۰	۱۶۶	۱۳۸	۷۸/۶۰	۲۸/۴	۵/۶۷	۸/۸۶
	محوطه DM ، کندانس، آشامیدنی، بلودان و برج خنک کننده	۱۳۰۰۰	۱۰۰	۳۰	۵۹/۸۳	۰۳/۵	۵/۷۱	۳/۹۴
	محوطه آب آتش نشانی	۱۲۰۰۰	۷۳	۴۷	۵/۷۳	۳/۵	۲/۶۳	۵/۸۲
	محوطه پیش تصفیه	۳۸۰۰۰	۱۸۶	۱۹۴	۰۶/۶۸	۵/۶	۲/۵۱	۸۲
	سایر (مخازب آب)	۷۰۰۰	۵۸	۱۲	۴۷/۶۳	۴/۲	۵۷	۶۷
	مجموع	۱۰۰۴۰۰	۵۸۳	۴۲۱	۰۹/۷۸	۷/۴	۲/۵۱	۳/۹۴
هوا	تفکیک	۱۰۰۰۰	۹۶	۴	۶۶/۸۷	۲۶/۶	۹/۶۹	۷/۹۶
	فشرده سازی	۲۴۰۰	۲۲	۲	۲۸/۹۳	۹۹/۶	۸/۷۶	۲/۱۰۱
	سایر	۲۶۰۰	۱۷	۹	۲/۸۰	۲۶/۶	۷/۷۴	۸۶
	مجموع	۱۵۰۰۰	۱۳۵	۱۵	۸۹/۸۸	۶۲/۶	۹/۶۹	۲/۱۰۱
نیروگاه	GT11-GT15	۱۸۰۰۰	۱۴۰	۴۰	۰۴/۸۱	۰۱/۴	۷۱	۸۸
	GT16-17	۱۵۶۰۰	۱۳۱	۲۴	۶۷/۷۸	۷۲/۲	۷۲	۸۸.۸
	مولد بازیافت حرارتی	۵۴۰۰	۴۶	۸	۴۶/۷۹	۰۴/۳	۲/۷۳	۸۵
	سیستم توزیع بخار	۲۵۰۰	۲۵	–	۳/۸۳	۴۹/۳	۷۸	۴/۸۹
	بویلرهای کمکی	۳۵۰۰	۳۵	–	۱۱/۸۴	۲۳/۴	۸/۷۰	۷/۹۴
	مجموع	۴۴۹۰۰	۳۷۷	۷۲	۸۲/۸۱	۴۹/۳	۸/۷۰	۷/۹۴

کار سایتمن، t_i- زمان مواجهه های مربوطه.

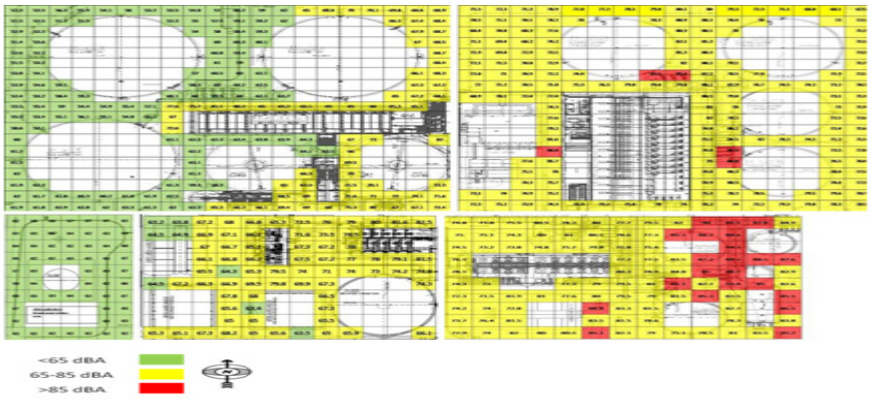
تمام اندازه گیری ها در شیفت صبح و درهوایی صاف و آفتابی (متوسط دما: ۳۰ درجه‌ی سانتیگراد، رطوبت: ۵۴٪،فشار ۲۱۴ میلیمتر جیوه و سرعت وزش باد بسیار آرام– Calm) انجام گرفت. تجهیزات اندازه گیری مورد استفاده در این مطالعه پژوهشی شامل صداسنج B&K مدل ۲۲۳۶، دزیمتر CEL 320 وکالیبراتورهای مربوطه بود و به منظور حصول نتایج دقیق و واقعی تر تجهیزات مورد استفاده قبل از شروع هر بار اندازه گیری توسط کالیبراتور چک می گردید.

یافته‌ها

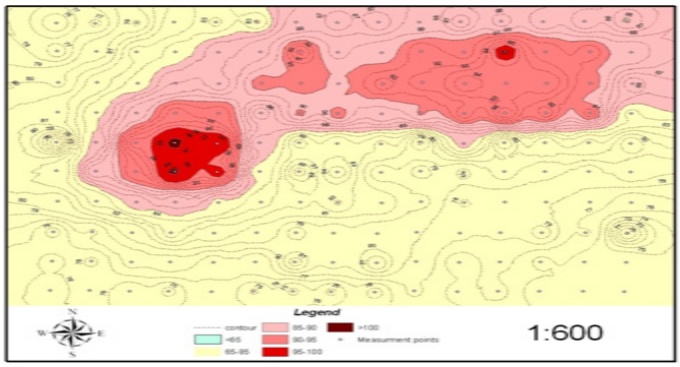
مجتمع پتروشیمی فجر وظیفه تامین هوا، آب، بخار و نیتروژن واحدهای پتروشیمی و برق کل منطقه ویژه را بر عهده دارد. این شرکت به صورت پیوسته در سه شیفت صبح، عصر و شب به تولید می پردازد. از مهمترین منابع آلودگی صوتی در اکثر بخش‌های این مجتمع می توان به انواع پمپ‌های آب به خصوص پمپ‌های سانتریفیوژی افقی، الکتروموتورها، حرکت سیالات در سیستم و لوله ها، کمپرسورها، توربین گازی، ژنراتور و استک ها (دودکش‌ها) اشاره نمود. در مجموع حدود ۵۰۸ ایستگاه یعنی حدود ۳۱.۵٪ از مساحت تحت بررسی به عنوان نقطه کور در نظر گرفته شد و درحدود ۱۰۹۵ ایستگاه اندازه‌گیری نیز تراز فشار ثبت گردید.

اندازه‌گیری صدای محیطی و فردی در واحد تصفیه آب: واحد آب این مجتمع از بخش‌هایی چون واحد پیش تصفیه، واحد اسمز معکوس (RO)، واحد آب بدون املاح (DM) و واحد آب آتش‌نشانی تشکیل شده است. واحد تهیه آب آشامیدنی، واحد تصفیه آب کندانس، برج خنک کننده و سیستم بلودان، اتاق کنترل، ساختمان تهیه مواد شیمیایی و... از دیگر بخش‌های جنبی این واحد می‌باشند. واحد آب نسبت به دو واحد دیگر بیشترین مساحت مجتمع پتروشیمی فجر را بخود اختصاص داده است. همانطور که از جدول ۱ نیز مشهود است حداکثر تراز فشار صوت در کل واحد آب به ۹۴ دسی‌بل (A) (مربوط به محوطه DM) و حداقل به ۵۱ دسی‌بل (A) (مربوط به محوطه پیش تصفیه) می‌رسد و

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]



شکل ۱. نقشه صوتی واحد آب مجتمع پتروشیمی فجر



شکل ۲. منحنی ایزوسونیک واحد هوا مجتمع پتروشیمی فجرش

بطور میانگین تراز فشار صوت این واحد در بخش‌های مختلف حدود ۷۸ دسی بل (A) است. همانطور که ذکرشد بالاترین میانگین تراز فشار صوت را محوطه DM داشته و آن نیز به علت وجود پمپ های سانتریفیوژی فراوان در این منطقه می باشد. همانطور که قبلاً ذکر شد در هر شیفت، حدود ۴ سایتمن در واحد آب مشغول به فعالیت می باشند که بمنظور ارزیابی مواجهه فردی آنها دزیمتری به مدت ۲ ساعت در زمان حضورشان در سایت صورت گرفت. نتایج دزیمتری و محاسبات مربوطه جهت تعیین تراز معادل ۸ ساعته در جدول ۲ آمده است.طبق جدول میانگین تراز معادل ۸ ساعته برای تمام سایت من های واحد آب بطور متوسط ۸۱.۷۶ دسی بل A می باشد یعنی یک سایت من واحد آب در طول ۸ ساعت کاری بطور میانگین با تراز فشار صوت حدود ۸۱.۷۶ دسی بل مواجهه دارد که این مقدار کمتر از حدود مجاز توصیه شده می باشد. نتایج محاسبه میانگین تراز فشار صوت در فضاهای باز واحد آب (۷۸.۰۲ دسی بل A) و سوله های واحد آب (۸۴.۴ دسی بل A) نیز تقریباً ما را به این عدد می‌رساند. طبیعی است نتایج دزیمتری با میانگین تراز فشار صوت لحظه‌ای محوطه، سوله ها وتراز معادل اتاق استراحت تقریباً برابری داشته باشد. نقشه صوتی واحد آب در شکل ۱ مشهود است.

اندازه گیری صدای محیطی و فردی در واحد هوا: واحد هوای مجتمع پتروشیمی فجر درنیمه شمالی این مجتمع واقع شده و متشکل از دو بخش کلی تفکیک هوا و فشرده‌سازی هوا است. بخش تفکیک هوا شامل سه بخش مجزا و کاملاً مشابه با نام‌های Train 1, 2, 3 به همراه مخازن نگهداری نیتروژن و اکسیژن مایع به همراه تجهیزات آنها می باشد. اجزای اصلی هر Train را کمپرسورها، مبدل‌های حرارتی، برج آب مبرد، درام های غربال مولکولی و برج‌های جذب Cold Box

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۲. نتایج اندازه گیری صدای فردی (dBA) در مجتمع پتروشیمی فجر

واحد	محل های حضور					تراز معادل ۸ ساعته (دسی بل A)	اختلاف تراز معادل ۸ ساعته با حد مجاز مواجهه (۸۵ دسی بلA)
	سایت			اتاق استراحت			
	مدت زمان مواجهه (ساعت)	مدت زمان اندازه گیری (ساعت)	دز دریافتی (٪)	تراز معادل (دسی بل A)	مدت زمان مواجهه (ساعت)	تراز معادل مواجهه (دسی بل A)	
آب	۴	۲	۶۹	۴/۸۹	۴	۴/۶۲	۴/۸۶	۱/۴
	۴	۲	۱۵	۷/۸۲	۴	۴/۶۲	۷/۷۹	-۵/۲
	۴	۲	۸	۰۵/۸۰	۴	۴/۶۲	۱۱/۷۷	-۷/۸۹
	۴	۲	۳	۸/۷۵	۴	۴/۶۲	۹/۷۲	-۱۲/۱
هوا	۴	۲	۲۰۰	۰۳/۹۴	۴	۲/۵۷	۰۲/۹۱	۶/۰۲
	۴	۲	۱۵۵	۹/۹۲	۴	۲/۵۷	۸۹/۸	۴/۸
	۴	۲	۹۵	۷۹/۹۰	۴	۲/۵۷	۷۸/۸۷	۲/۷۸
	۴	۲	۷۵	۷/۸۹	۴	۲/۵۷	۶/۸۶	۱/۶
نیروگاه	۴	۲	۶۲	۹/۸۸	۴	۲/۶۹	۹/۸۵	۰/۹
	۴	۲	۵۰	۰۱/۸۸	۴	۲/۶۹	۰۵/۸۵	۰/۰۵
	۴	۲	۳۵	۴۶/۸۶	۴	۲/۶۹	۸۳.۵	-۱/۵
	۴	۲	۲۳	۶/۸۴	۴	۲/۶۹	۷/۸۱	-۳/۳
	۴	۲	۱۵	۷/۸۲	۴	۲/۶۹	۸/۷۹	-۵/۲-
	۴	۲	۱۰	۰۲/۸۱	۴	۲/۶۹	۲/۷۸	۶/۸
	۴	۲	۳	۸/۷۵	۴	۴/۶۲	۹/۷۲	-۱۲/۱

تشکیل می دهند. کمپرسور، برج های Air Receiver و Air Dryer نیز از اجزای اصلی بخش فشرده سازی محسوب می شوند. همگی کمپرسورها توسط محفظه های صوتی پوشیده شده‌اند ولی با این حال تنوع منابع تولید صدا و ویژگی‌های خاص عملیاتی این واحد مثل مکش و دمش هوا، پمپاژ آب، عملیات تصفیه، فرایندهای خشک کردن هوا (رطوبت زدایی) و حرکت سیال در لوله ها و خروج ناگهانی آنها از سیستم، آن را به یکی از پرمخاطره‌ترین بخش‌های این مجتمع از دیدگاه آلودگی صوتی تبدیل نموده است. نتایج اندازه‌گیری صدای محیطی و فردی در این واحد در جداول ۱ و ۲ درج شده است. میانگین تراز فشار صوت در کل این واحد بیش از ۸۸ دسی بل A محاسبه گردید این در حالی است که تراز صدا حتی به ۱۰۱ دسی بل A هم در بخش فشرده‌سازی می رسد.این تراز در نزدیکی دستگاه‌های Air Dryer به ثبت رسیده است. این دستگاه با کمک جاذب‌های آلومینای خود رطوبت را از هوای سرویس حذف می‌نماید. کمترین تراز ثبت شده مربوط به قسمت جنوب شرقی بخش تفکیک در مجاورت ساختمان‌های اداری بود. در قسمت‌های شمالی واحد هوا، بیشترین تمرکز ناحیه خطر وجود دارد یعنی محوطه کمپرسورها که این ناحیه تا بخش درایر واحد فشرده‌سازی ادامه دارد. شاید اینطور بتوان اظهار کرد که واحد هوا از نقطه نظر آلودگی صوتی یکی از حادترین شرایط را در بین واحدهای دیگر دارا می باشد؛ بطوریکه نتایج دزیمتری نیز موید همین مطلب است. در شکل ۲ منحنی ایزوسونیک این واحد قابل دسترسی می‌باشد.

اندازه‌گیری صدای محیطی و فردی در واحد نیروگاه: واحد نیروگاه این مجتمع قادر به تولید نیروی الکتریسیته و بخار فرآیندی می باشد. بطور کلی این واحد شامل ۷ توربین گازی (GT)، ۴ واحد تولید بخار و ۳ بویلر کمکی می‌باشد. این واحد از دو بخش تولید برق و بخار تشکیل می‌شود که بخش تولید برق آن شامل توربین گازی، کمپرسور، ژنراتور، گیربکس و بخش توزیع برق و کنترل است و در بخش تولید بخار نیز مولد بازیافت حرارتی، بویلر کمکی، سیستم توزیع بخار، سیستم اضافه کردن مواد شیمیایی و نمونه‌برداری قرار

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

دارد. ایزولـــه کـــردن محفظـــه احتـــراق، ژنراتـــور و کمپرسورهای توربین‌های گازی و نیز نصب سایلنسر در خروجی بخار سیستم توزیع بخار کمک شـایان تـوجهی در کاهش تراز صدای محیط نمـوده اسـت. تـراز فشـار صوت در داخل اتاقک‌های ژنراتور حتی به ۱۰۰ دسی‌بل هم می‌رسد. نتایج ارزیابی آلودگی صوتی در بخش‌هـای مختلف واحد نیروگاه بشرح جـدول ۱ مـی‌باشـد. طبـق نتایج در محوطه بویلرهای کمکی بـالاترین تـراز فشـار صوت واحد نیروگاه به چشم می‌خورد. بالاترین میانگین تراز فشار نیز در این محوطه دیده مـی‌شـود. بعـد از آن سیستم توزیع بخار با میانگین ۸۳.۳ دسی‌بـل قـرار دارد. در این محوطه پمـپ‌هـای سـانتریفیوژی آب و نیـز دو هواگیر(Deaerator) که در ارتفـاع حـدود ۲۰ متـری از سطح زمین نصب شده‌اند صـدای قابـل تـوجهی تولیـد می‌نمایند. اگرچه نتایج حاصل از دزیمتری پرسـنل ایـن واحد نیز بیانگر آن است که در مجموع میـزان مواجهـه آنها پایین تر از حدود توصیه شده است اما این اخـتلاف اندک بوده و در بعضی موارد نیـز نتـایج مـرزی و حتـی بالاتر از حد استاندارد می‌باشد.

بحث ونتیجه گیری

تفسیر نتایج اندازه‌گیری صدای محیطی: با توجه به نتایج اندازه‌گیری‌ها می‌توان بیان کرد که در مجمـوع سه واحد آب، هوا و نیروگـاه مجتمـع پتروشـیمی فجـر میانگین تراز فشار صـوت در حـدود ۸۵.۲ دسـی‌بـل A می‌باشد. از کل ۱۰۹۵ ایستگاه اندازه‌گیری ایـن مجتمـع تنها ۱۶.۷٪ آن در ناحیه ایمن با تراز زیر ۶۵ دسی‌بل A قرار داشت. قسـمت اعظمـی از محـدوه مـورد بررسـی (حدود ۷۴.۵٪) در ناحیه هشدار بـا تـراز بـین ۶۵ تـا ۸۵ دسی‌بلA و چیزی در حدود ۸.۸٪ نیز در ناحیـه خطـر با تراز بالاتر از ۸۵ دسی بل قرار گرفت که البتـه سـهم عمده‌ای (۵۴٪) از ناحیه خطر ایـن مجتمـع مربـوط بـه واحد هـوای آن مـی‌شـد. شـایان ذکراسـت کـه طبـق محاسبات حدود ۲۴ درصد از کل نـواحی احتیـاط نقـاط مورد بررسی ایـن مجتمـع تـراز صـدایی بـین ۸۰ –۸۵ داشته و از مجمـوع نـواحی خطـر ایـن مجتمـع ۳۳.۴٪ دارای تراز بالای ۹۰ دسی بل هستند. حداکثر و حـداقل تراز ثبت شده در مجموع ایستگاههای اندازه‌گیـری کـل مجتمع به ترتیب برابر با ۱۰۱ (مربوط بـه واحـد هـوا) و ۵۱.۲ دسی‌بل (مربوط به واحد آب) شد یعنی حـدود ۵۰ دسی‌بل اختلاف بین حداقل و حداکثر میزان تراز صـوت در این مجتمع وجود دارد. واحد آب ایـن مجتمـع علـی رغم اینکه حـدود ۶۲٪ از کـل مسـاحت نـواحی تحـت بررسی را بخود اختصاص می‌دهـد بـا ایـن حـال فقـط ۲۵۰۰ متر مربع از آن (۴.۲٪) در ناحیه خطر قـرار دارد و تنها قسمتی است که بخشی از آن (حدود ۳۱٪) از نقطه نظر آلودگی صوتی در ناحیه ایمن واقـع شـده اسـت. در بین بخش‌های مختلف این واحد تنها در محوطـه هـای DM و RO تراز بـالای ۸۵ بـه ثبـت رسـد و محوطـه DM بـا اختصـاص دادن ۸۰٪ نـواحی خطـر واحـد آب شـرایط نامناسـب‌تـری را از ایـن حیـث دارد. بـالاترین میانگین تراز فشار و حـداکثر تـراز ثبـت شـده در واحـد مذکور نیز مربوط به همـین بخـش مـی‌شـود. کمتـرین میزان تراز نیز مربوط به بخش پیش تصـفیه اسـت کـه ایـن محوطـه دارای ۶۸٪ از نـواحی ایمـن واحـد آب می‌باشد. واحد هوای این مجتمع با وجود مساحت اندک خود نسبت به دو واحد دیگر (حدود ۹٪ محـدوده مـورد بررسی) اما سهم اعظمی از نواحی خطـر مجتمـع را بـه خود اختصـاص مـی‌دهـد. حـدود ۳۸.۵٪ ایسـتگاه‌هـای اندازه‌گیری آن تراز بالاتر از ۸۵ دسی بل A را داشـته و البته ۵۵٪ نواحی خطر آن دارای تراز بالای ۹۰ دسی‌بل می‌باشند. مقایسه میانگین لگاریتمی تراز فشار صوت در بین سه واحد نیز ما را به نتایج مشابه رهنمون می‌سـازد بطوریکه واحد هوا با میـانگین تـراز ۸۸.۸ دسـی‌بـل A، اختلاف ۱۰.۷ دسی‌بلی بـا میـانگین تـراز واحـد آب و ۷ دسـی‌بلـی بـا واحـد نیروگـاه دارد. ۷۶٪ ایسـتگاه‌هـای اندازه‌گیری واحـد هـوا در بخـش تفکیـک اسـت و ۳۸ درصد از این بخش در ناحیه خطر قرار می‌گیرد بـا ایـن حال بالاترین میانگین و حـداکثر تـراز فشارصـوت ایـن واحد در بخش فشرده سازی دیده شد. حدود ۹۵٪ نقـاط تحت بررسی واحد نیروگاه دامنه‌ی ترازی بین ۶۵ تا ۸۵ دسی بل A داشتند. در هیچ نقطه‌ای از این واحد تـرازی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

کمتر از این رنج ثبت نگردید، ضمن آنکه حدود ۵ درصد ایستگاه‌های مورد اندازه‌گیری آن در ناحیه خطر واقع می‌شدند که بیشتر این نقاط در بخش GT11-15 قرار می گیرند. بخشGT11-15 با وجود تعداد ایستگاه‌های اندازه‌گیری بیشتر تنها حدود ۶٪ از آن در ناحیه خطر قرار دارد. البته بخش سیستم توزیع بخار با ۶٪ کل مساحت نقاط اندازه‌گیری نیروگاه ۲۶٪ نواحی خطر این واحد را در بر می‌گیرد. بالاترین میانگین و حداکثر تراز فشار این واحد نیز مربوط به بخش بویلرهای کمکی می شود. از ۳۵۰۰ متر مربع تحت بررسی این بخش حدود ۴۰۰ متر مربع آن دارا تراز بالاتر از حدود توصیه شده می‌باشد.

تفسیر نتایج اندازه‌گیری صدای فردی: از آنجایی که شرایط کاری پرسنل در طول روز متفاوت بوده و در نتیجه مدت و میزان مواجهه آن نیز می تواند فرق داشته باشد بهترین مقیاس اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه، تراز فشار صوت معادل می باشد که در واقع همان معدل زمانی تراز به شمار می‌آید و این تراز معادل برای مقایسه با مقادیر استاندارد استفاده می گردد. نتایج حاصل از دزیمتری کلیه اپراتور های شیفت صبح مجتمع نشان می داد که بطور متوسط تراز معادل ۸ ساعته آنها در واحد آب، هوا و نیروگاه بترتیب ۸۱.۷، ۸۹.۲ و ۸۲.۵ دسی بل A می باشد. این نتایج تاییدی بر نتایج اندازه گیری فشار صوت لحظه ای در بخش‌های مختلف است. یعنی واحد هوا همچنان بعنوان پرمخاطره‌ترین بخش این مجتمع چه از دیدگاه میزان تراز معادل و چه تراز لحظه‌ای محسوب می‌شود. میانگین تراز معادل واحد هوا در حدود ۴.۲ دسی‌بل از حدود مجاز فراتر رفته است، البته حداکثر تراز لحظه ای این واحد به ۱۰۰ دسی‌بل هم می رسد. میانگین تراز معادل دو واحد دیگر کمتر از حدود توصیه شده است اگرچه تراز هر دوی آنها بالای ۸۰ دسی‌بل A می باشد.حداقل و حداکثر تراز معادل محاسبه شده برای واحد آب ۷۲.۹ و ۸۶.۴ دسی بل A است یعنی حدود ۱۳.۵ دسی بل اختلاف بین آنها وجود دارد که این می‌تواند ناشی از حضور سایت من ها در قسمت‌های مختلف این واحد باشد. زیرا با وجود تنوع بخش‌های مختلف این واحد با ترازهای لحظه ای متفاوت امکان چنین موردی بدیهی است. ضمن آنکه وجود سوله‌های صداساز این واحد نیز شرایط مواجهه اپراتور را با تراز حدود ۹۴ دسی‌بل عملی می سازد. با در نظر گرفتن متوسط میانگین تراز لحظه ای محوطه های واحد آب، میانگین تراز لحظه‌ای سوله‌های آن و نیز تراز معادل اتاق استراحت (۸۰ دسی بلA) به عدد مشابه میانگین تراز معادل ۸ ساعته پرسنل (۸۱.۷ دسی بلA) می‌رسیم. کمترین تراز معادل ۸ ساعته برای واحد هوا ۸۶.۶ دسی‌بل A محاسبه گردید که این مقدار تنها تفاوت ۴ دسی‌بلی با حداکثر تراز معادل محاسبه شده (۹۱.۰۲ دسی‌بل) دارد، این مورد بیانگر شرایط تقریباً یکنواخت واحد هوا می‌باشد. واحد نیروگاه نیز همچون واحد آب با دارای تراز فشار صوت وسیعی در بخشهای مختلف خود است. بطوریکه در قسمت‌هایی از آن میانگین تراز لحظه ای ۷۹ دسی‌بل است اما در بخش توربین و ژنراتورها احتمال مواجهه پرسنل با تراز حدود ۱۰۰ دسی‌بل هم وجود دارد.از اینرو تفاوت حداقل و حداکثر تراز معادل ۸ ساعته این واحد حدود ۱۳ دسی‌بل برآورد گردید. قاعدتاً بسته به شرایط کاری هر واحد ساعت‌های حضور پرسنل در داخل سایت می تواند متفاوت باشد. قضاوت درست در خصوص میزان واقعی مواجهه منوط به تکرار اندازه‌گیری در روز ها و زمان‌های مختلف است. زیرا برحسب شرایط کاری می تواند محل های حضور، طول مدت مواجهه و در نتیجه میزان مواجهه تا حدی متفاوت باشد و در طول روز کاری گاهی تراز فشار صوت به بیش از این مقدار و یا کمتر از آن برسد.

در کل یافته‌های ما نشان می‌دادند میانگین فشار صوت لحظه ای در کل مجتمع پتروشیمی تحت بررسی بالاتر از حدود مجاز و تراز معادل مواجهه پرسنل آن کمی پایین تر از مقادیر توصیه شده می باشد که بحث آلودگی صوتی را در این مجتمع پررنگ‌تر می نماید و این مشابه نتایج مطالعات دیگری است که در دیگر صنایع نفتی صورت گرفته است [۳، ۴، ۸-۱۰]. که

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

همگی این مطالب ضرورت شناسایی منابع اصلی صدا ساز و اولویت‌بندی بخش‌های مختلف این مجتمع جهت اجرای طرح های کنترل آلودگی را تایید می نماید. پس از انتخاب اولویت‌های نخست و تعیین منابع اصلی صدا در آن بخش نوبت بررسی اثر بخشی انواع اقدامات کنترلی مناسب آن محل می رسد که البته در بحث مدیریت ریسک صدا مسلماً بحث هزینه کنترل و باز گشت سرمایه از موارد مهم و تعیین کننده تلقی می‌شود. در این مرحله با توجه به شرایط کار اقدامات کنترلی متفاوتی می توان پیشنهاد نمود ب عنوان مثال ترکیبی از روش‌های گوناگون کنترل‌های مهندسی مثل پسیو، اکتیو و حفاظت فردی با روش‌های مدیریتی می‌توان اتخاذ نمود.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله نویسندگان از مرکز HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی به عنوان حامی مالی این پروژه و همین‌طور از پرسنل واحد HSE شرکت تحت بررسی قدرانی می نماید. این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه تحت عنوان ارزیابی آلودگی صدا و ارتعاش وامکان سنجی روش‌های کنترل آنها در یک مجتمع پتروشیمی در مقطع کارشناسی ارشد می باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شده است.

منابع

1. National Aeronautics and Space Administration (NASA). Handbook for Industrial Noise Control, NASA SP-5108, NASA Langley Research Center Hampton. Virginia, USA, 1981, Chapter 1.

2. European Agency for Safety and Health at Work. Noise at work. EU-OSHA, 2012.

3. Golmohammadi, R. Monazzam, M.R. Nourollahi, M. Nezafat, A. and Momen Bellah Fard, S. Evaluation of Noise Propagation Characteristics of Compressors in Tehran Oil Refinery Center and Presenting Control Methods, Journal of Research in Health Sciences, 2010,10, 22-30.

4. Monazzam, M.R. Golmohammadi, R. Nourollahi, M. and Momen Bellah Fard, S.Assessment and control design for steam vent noise in an oil refinery, Journal of Research in Health Sciences, 2011,11, 14-19.

5. Goelzer, B. Hansen, C.H. Sehrndt, G.A. Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control. WHO, 2001, Chapter 5.

6. Aluclu, I. Dalgic, A. Toprak, Z.F, 2008. A fuzzy logic-based model for noise control at industrial work places. Applied Ergonomics. 39, 368-378.

7. Thais C Morata1, Mark B Little 2.Suggested guidelines for studying the combined effects of occupational exposure to noise and chemicals on hearing. 2002 Volume 4(14) P: 73-87.

8. Nassiri, P. Zare, M. Golbabaei, F. 1386. Evaluation of noise pollution in oil extracting region of Lavan and the effect of noise enclosure on noise abatement.Salamat Kar Iran, Vol. 4(3,4), pp. 49-56.

9. Golmohammadi, R. Monazzam, M.P. Nourollahi, M,Noise characteristics of pumps at Tehran oil refinery and control module design.Pak.j.sci.Ind.Res,2009 Volume 52(3), pp.167-172.

10. Golshah, H. 1997. Engineering control methods in the oil industry. The first scientific congress on noise and its effects on human, 63[Persian].

11. International Organization for Standardization. Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method. ISO 9612, 2009.

12. Monazzam, M. Shiri, H. Fard, S. and Baroonizadeh, Z. A. Noise Pollution Survey in an Iranian Tobacco Products Company,Nature, Environment and Pollution Technology,2011,10, 497-503.

13. Golmohammadi, R. Noise and Vibration Engineering, Daneshjoo, Hamedan, Iran, 2007 [Persian].

14. Occupational Safety and Health Administration. Monitoring noise levels non-mandatory informational appendix, 1910.95 App GO. OSHA, 1996.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]

The assessment of the environmental noise and personal exposure in a petrochemical plant

P. Nassiri[1], M.R. Monazzam[2], S. Farhang Dehghan[3], M. Jahangiri[4]

Received: 2012/08/22 Revised: 2012/12/22 Accepted: 2013/04/18

Abstract

Background and aims: Noise is considered as a common occupational health hazard in a wide range of occupational settings including oil and gas industries and related companies. This research aimed to assess the environmental noise and personal exposure in a petrochemical plant.

Methods: First, environmental noise measurement was performed as recommended by ISO9612 (1997) and next, short-term dosimetery was conducted for a 2-hour sampling period, during which individuals worked at Site .Then 4-hour dose was calculated based on 2-hour dose ,and finally 8-hour equivalent level was estimated by 4-hour dose and equivalent sound levels were measured in the resting rooms .

Results: The results showed that 8.8% of total stations measured have been in the danger zone and more than 74% of them were in the caution zone. It was found that the Air unit has the higher sound pressure level than the other units and Compression part of Air unit with a mean of 93.28 dB A and the peak level of 101.2 dB A has the highest noise level recorded. According to personal noise dosimetry results, the 8-hour equivalent level in Water, Air and Powerhouse was 81.7, 89.2 and 82.5 dB A respectively.

Conclusion: The results of environmental and personal noise monitoring suggested that Air unit has the most noise pollution in the petrochemical plant. Therefore, it is necessary to identify the dominant sources of noise and prioritize different units to control the noise pollution of the industry.

Keywords: Noise Pollution, Environmental Noise Measurement, Dosimetry, Petrochemical Industry.

1. Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. **(Coresponding author)** PhD Student, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. farhang@razi.tums.ac.ir
4. Assistant Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health and Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-29]